

# 血液のガス代謝に関する研究

## 第1篇 各年齢健康人並びに数種疾患々児の動脈酸素飽和度及び採血後の血液ガス消費について

昭和34年2月10日 受付

信州大学医学部小児科学教室(主任: 山田教授)

森 秀 夫

### Oxygen Saturation Rate of Arterial Blood and Oxygen Consumption of Incubated Blood Taken from Normal Persons of Various Ages as well as from Children with Various Diseases

Hideo Mori

Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Shinshu University  
(Chief: Prof. N. Yamada)

#### I 緒 言

血液ガス代謝の諸問題は組織呼吸の問題に関連して研究されて来ているが、最近赤血球の酸素消費が生体条件の変化に伴って変動することが著目せられ種々の検索がなされている。即ち田坂教授<sup>①</sup>は家庭において赤血球酸素消費量が発熱時に増加することを指摘し又<sup>②</sup>2,4-Dinitrophenol 及び ATP-Na が酸素消費量を増加せしめると報告し、川口等<sup>③</sup>は肝疾患、心疾患におけるその変動について述べた。又伊藤<sup>④</sup>伊藤<sup>⑤</sup>佐座<sup>⑥</sup>等は赤血球の酸素消費量に対する糖効果について報告している。

これらの研究では赤血球独自の酸素消費に重点がおかれその周囲の環境液を人工的に操作してそこに働く諸因子の影響について究明しているものが多い。先に教室の小出<sup>⑦</sup>は血液保存時に血中の種々の物質の量が変動することを指摘したが、著者は赤血球の自然環境液である血漿中における状態、即ち採血後全血として保存した際のガス代謝について研究を行った。

血液ガス含有量はヘモグロビン濃度及びヘマトクリット値に密接な関係があるのでこれらをも同時に測定し、又酸素含有量の測定と同時に炭酸ガス含有量をも測定してガス代謝の一面を窮う資料とした。

本篇に於ては各年齢健康人及び数種疾患々児について主として動脈血の酸素飽和度及び採血後の酸素消費について追求した成績について報告する。

#### II 検査対象及び検査方法

##### 1. 検査対象

血液ガス組成の変動の著しい静脈血は資料として不適當なので、ガス組成の殆んど一定している動脈血を資料とする関係上、全く健康な小児について採血を行うことが非常に困難なので、止むを得ず信州大学附属

病院小児科に入院した患者で全治して健康になつた者26名及び同科に勤務する健康な成人9名を健康人の検査対象とした。これらを年齢により、1才未満6例、1~5才6例、6~10才6例、11~14才8例、15才以上9例の5群に分けた。又昭和32年1月より昭和34年1月までの間に同科に入院した数種疾患々児(急性腎炎・下痢症・貧血症及び発熱状態にあるものを主とし、その他喘息・喘息性気管支炎及び自家中毒症)合計38例についても同様の測定を行った。

##### 2. 検査方法

###### A 採血方法

血液ガス組成が理論的に一定であると見做される<sup>⑧</sup><sup>⑨</sup>動脈血についての検査であるので採血は小児の場合相当に困難であつた。

Pennoyer<sup>⑩</sup>Lillenthal<sup>⑪</sup>らは毛細血管血液を動脈血と同じガス組成にして採血するための方法を記載し、これによれば新生児でも容易に動脈血を得られるとしているが、著者は10才以下の者では原則として股動脈、10才以上の者では上腕動脈又は橈骨動脈より採血した。採血時間は概ね食前の空腹安静時を選び、採血に際しては予め注射筒内にヘパリンソーダ液を通して血液の凝固を防ぐと共に死腔を満して外気の侵入を防いだ。

###### B 測定方法

a) 全血酸素及び炭酸ガス含有量: 予め滅菌した3本の平底試験管内のバラフィン下に採血した動脈血1cc 宛を静かに分注し、この中の1本は採血後直ちに、他の2本はゴム栓を附して37°C の孵卵器内に夫々2時間及び4時間放置した後 mikro van Slyke 法により全血の酸素含有量及び炭酸ガス含有量を同時に測定し、之を容量百分比 (Vol %) で表わした。なお

表 1 各 年 令 健 康 人 に お け る 測 定 値

## A. 1 才 未 満

番 号	氏 名	性 別	年 令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸 素 結 合 能 (Vol %)	酸 素 飽 和 度 (%)	酸 素 含 有 量 (Vol%)			炭 酸 ガ ス 含 有 量 (Vol%)		
								採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後	採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後
1	今 ○	女	2 月	36	11.5	15.6	91.0	14.2	13.3	12.7	42.8	42.6	42.2
2	口 ○	女	2 月	40	15.0	20.4	90.2	18.4	17.4	16.7	51.2	51.6	52.3
3	湯 ○	男	6 月	37	11.2	15.2	91.4	13.9	13.0	12.5	48.2	49.0	49.0
4	露 ○	男	8 月	40	14.6	19.8	92.9	18.4	17.6	16.5	43.5	43.5	42.8
5	萩 ○	女	8 月	39	14.1	19.2	92.2	17.7	16.8	16.2	47.8	48.3	47.6
6	秋 ○	男	9 月	37	13.9	18.9	95.2	18.0	17.2	17.0	45.7	46.1	46.2

## B. 1 才 ~ 5 才

1	青 ○	男	1 才 2 月	38	12.8	17.4	93.7	16.3	15.5	14.5	50.3	50.1	49.8
2	北 ○	男	1 才 2 月	39	14.1	19.2	93.7	18.0	17.1	16.7	43.7	43.5	44.2
3	池 ○	男	3 才 11 月	39	13.2	17.9	95.0	17.0	16.0	15.8	46.8	45.9	45.3
4	丸 ○	男	3 才 11 月	38	11.2	15.2	89.9	13.7	12.9	12.4	45.3	46.7	46.6
5	上 ○	女	5 才 6 月	40	12.5	17.0	94.7	16.1	15.1	14.6	48.2	47.8	48.1
6	川 ○	女	5 才 6 月	37	11.5	15.6	91.6	14.3	13.5	13.1	45.7	46.1	46.3

## C. 6 才 ~ 10 才

1	逸 ○	男	6 才	39	13.3	18.1	92.3	16.7	15.7	14.9	46.3	46.7	46.9
2	大 ○	女	6 才 4 月	39	14.7	20.0	88.5	17.7	16.9	16.6	50.6	50.1	50.7
3	綱 ○	女	8 才 11 月	40	16.9	23.0	90.8	20.9	19.9	18.8	46.3	47.0	47.1
4	若 ○	女	9 才	38	13.3	18.5	93.0	17.2	16.3	15.7	52.6	52.3	52.7
5	西 ○	男	10 才	43	14.1	19.2	96.4	18.5	17.5	16.7	46.3	45.9	45.7
6	奥 ○	男	10 才 1 月	40	12.8	17.4	92.5	16.1	15.2	15.0	47.6	48.1	47.7

## D. 11 才 ~ 14 才

1	青 ○	男	12 才	42	12.5	18.2	92.3	16.9	16.0	15.2	52.3	51.8	51.6
2	倉 ○	女	12 才 2 月	41	15.3	20.8	95.7	19.9	18.8	18.3	45.8	46.7	45.6
3	梶 ○	男	12 才 3 月	40	13.6	18.5	93.0	17.2	16.3	16.0	48.2	48.2	49.0
4	溝 ○	男	13 才	42	13.0	17.7	91.5	16.2	15.5	15.3	49.7	48.9	49.0
5	小 ○	男	13 才	40	14.7	20.0	94.5	18.9	17.9	16.7	54.4	54.7	54.9
6	吉 ○	男	13 才 10 月	37	12.2	16.3	90.8	14.8	13.8	13.6	48.8	47.5	47.5
7	上 ○	男	14 才 2 月	43	13.3	18.1	93.3	17.0	16.2	15.3	42.1	41.5	41.7
8	横 ○	女	14 才 5 月	42	15.2	20.7	92.3	19.1	18.1	17.5	50.0	50.3	50.0

## E. 15 才 以 上

1	鎌 ○	女	19 才	40	12.8	17.4	93.7	16.3	15.5	14.8	53.5	54.1	52.9
2	上 ○	女	20 才	43	12.5	17.1	96.5	16.5	15.6	15.1	46.3	45.9	45.2
3	原 ○	男	26 才	42	13.2	17.9	90.5	16.2	15.2	14.8	55.2	54.7	54.9
4	竹 ○	男	27 才	48	14.8	20.1	95.0	19.1	18.0	17.6	50.3	51.0	51.2
5	吉 ○	女	29 才	42	13.9	18.9	94.2	17.8	16.9	16.4	49.2	49.8	50.0
6	飯 ○	男	29 才	45	14.8	20.1	96.0	19.3	18.6	18.3	48.8	48.5	48.4
7	森 ○	男	30 才	46	14.6	19.8	95.0	18.8	17.8	17.6	51.8	50.1	50.8
8	川 ○	男	31 才	45	14.4	19.6	93.8	18.4	17.4	17.0	48.7	48.9	48.5
9	小 ○	男	31 才	47	15.0	20.4	93.1	19.0	18.0	17.2	53.3	52.6	52.4

測定に当つては試験管内血液を均一にするよう注意した。

b) 血液ヘマトリット値: Wintrobe 管を用いて 3000 r. p. m. 30分間遠心沈澱して目盛を読み更に10分間遠沈して目盛の読みに変化のないことを確かめた。

c) 血液ヘモグロビン量: Elmer 光電比色計を用いて oxyhemoglobin 法により測定した。

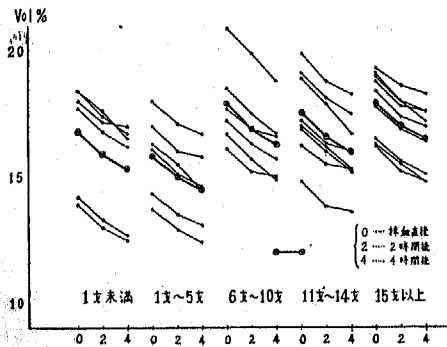
d) 以上の測定その他、酸素結合能は血液ヘモグロビン濃度 (g/dl) に 1.36 を乗じて計算により求め、又酸素飽和度は酸素含有量と酸素結合能の百分比として算出した。

Ⅲ 各年令健康人における測定成績

A 測定値

ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、酸素結合能、酸素飽和度、酸素含有量(採血直後、2時間後、4時間後)、炭酸ガス含有量(採血直後、2時間後、4時間後)、の順に各年令群別に示すと表1の如くである。なお酸素含有量の採血後の時間的推移については図1に示した。

図1 各年令健康人における動脈血酸素含有量の採血後の時間的推移



B 測定値の推計学的考察

各年令群における酸素飽和度と採血後の酸素消費の平均値及び信頼限界を示すと表2の如くである。酸素

含有量については採血直後の値と2時間後及び4時間後の値との差を求め之を採血直後の値に対する百分比に換算して酸素消費の割合を表わし、各例における値の平均値及び信頼限界を算出した。

なお本篇における推計学的処理に際しては危険率はすべて5%とした。

ヘマトクリット値及びヘモグロビン量の年令的推移については鍊石<sup>10)</sup>蔵重<sup>11)</sup>らの報告があるが、本研究では動脈血採取によつて酸素飽和度及び酸素含有量を測定することに主力をおいたので、当然例数が少く推計学的処理は殆んど無意味であるので、各年令群の平均値のみを算出して表に示した。

a) 酸素飽和度

各年令群別の酸素飽和度の平均値並びにその信頼限界は、1才未満92.2±1.85 (94.05~90.35)%, 1才~5才93.1±2.07 (95.17~91.03)%, 6才~10才92.3±2.73 (95.03~89.57)%, 11才~14才92.9±3.03 (95.93~89.87)%, 15才以上94.2±1.37 (95.57~92.83)%で、各年令群間に有意の差は認められなかつた。

b) 酸素含有量の採血後の時間的推移

肺卵器内保存2時間後の酸素消費(百分比)の平均値及びその信頼限界は、1才未満5.3±0.99 (6.29~4.31)%, 1才~5才5.6±0.57 (6.17~5.03)%, 6才~10才5.4±0.74 (6.14~4.66)%, 11才~14才5.3±0.56 (5.86~4.74)%, 15才以上5.0±1.05 (6.05~3.95)%で、各年令群間に有意の差は認められなかつた。次に4時間後の酸素消費の平均値とその信頼限界は、1才未満9.0±1.95 (10.95~7.05)%, 1才~5才8.8±1.28 (10.08~7.52)%, 6才~10才8.7±1.93 (10.19~7.01)%, 15才以上7.9±1.07 (8.97~6.83)%で、同様各年令群間に有意の差が見られなかつた。

c) 炭酸ガス含有量の採血後の時間的推移

炭酸ガス含有量については肺卵器内保存による変動は殆んど認められなかつたので平均値のみを表に示した。

表2 各年令健康人における測定値の平均値及び信頼限界

年令群	例数	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素飽和度 (%)		酸素含有量 (Vol%)			2時間の消費 (%)		4時間の消費 (%)		炭酸ガス含有量 (Vol%)		
				平均値	信頼限界	採血直後	2時間後	4時間後	平均値	信頼限界	平均値	信頼限界	採血直後	2時間後	4時間後
1才未満	6	38.1	13.4	92.2	±1.85	16.8	15.9	15.3	5.3	±0.99	9.0	±1.95	46.5	46.8	46.7
1~5才	6	38.5	12.6	93.1	±2.07	15.9	15.0	14.5	5.6	±0.57	8.8	±1.28	46.7	46.7	46.7
6~10才	6	39.8	14.2	92.3	±2.93	17.9	16.9	16.3	5.4	±0.74	8.7	±1.93	48.3	48.4	48.5
11~14才	8	40.9	13.7	92.9	±3.03	17.5	16.6	16.0	5.3	±0.56	8.6	±1.59	48.9	48.7	48.7
15才以上	9	44.2	14.0	94.2	±1.37	17.9	17.0	16.5	5.0	±1.05	7.9	±1.07	50.8	50.6	50.5

Ⅳ 数種疾患々児における測定成績

1. 急性腎炎

急性腎炎患児11例(3才1ヶ月~10才)についての測定成績は表3の如くであり、各測定値の平均値及び信頼限界は表8の通りである。さらに酸素含有量の採血後の時間的推移については図2のAに図示した。

即ち、酸素飽和度の平均値とその信頼限界は93.6±2.81(96.41~90.79)%で、1才~10才の健康小児の値92.7±2.07(94.77~90.63)%に比較して推計学的に有意の差が認められなかつた。又酸素含有量の採血後の時間的推移については、2時間後の酸素消費の平均値及び信頼限界は5.2±1.20(6.40~4.00)%、4時間後には8.8±0.49(9.29~8.31)%で、いずれも健康小児の値5.5±0.39(5.89~5.11)%、8.7±1.04(9.74~7.66)%に比較して有意の差が認められなかつた。

炭酸ガス含有量については健康小児の平均値47.5Vol%に対して患児は42.6Vol%で、かなりの低値を示した。しかし孵卵器内保存による変動は健康小児の場合と同様認められなかつた。

2. 下痢症

下痢症(急性消化不良症)患児6例(4ヶ月~2才7ヶ月)についての測定成績は表4の如くであり、各測定値の平均値及び信頼限界は表8の通りである。さ

図2のA 急性腎炎・下痢症・貧血症における動脈血酸素含有量の採血後の時間的推移

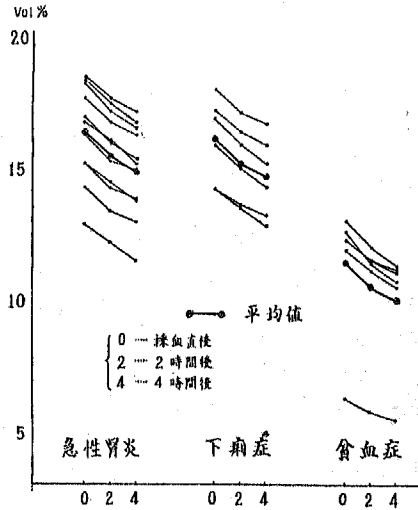


表 3 急性腎炎

番号	氏名	性別	年令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol%)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol%)			炭酸ガス含有量 (Vol%)			
								採血直後	2時間後	4時間後	採血直後	2時間後	4時間後	
1	新	○	男	3才1月	38	14.4	19.6	93.9	18.4	17.5	16.8	40.6	39.9	39.8
2	窪	○	女	3才2月	37	10.9	13.5	95.6	12.9	12.2	11.5	38.5	38.5	39.1
3	長	○	女	4才4月	39	13.3	18.1	92.8	16.8	16.1	15.2	49.6	49.3	50.0
4	赤	○	女	4才6月	40	13.9	18.9	93.7	17.7	16.8	16.3	35.3	36.8	36.7
5	保	○	男	7才3月	41	13.4	18.2	93.5	17.0	16.0	15.4	42.8	43.5	43.3
6	大	○	男	7才4月	40	11.7	15.9	90.0	14.3	13.4	13.0	41.2	40.8	40.0
7	赤	○	男	7才9月	39	12.2	16.6	91.6	15.2	14.3	13.9	48.6	48.2	48.0
8	降	○	女	8才	38	12.5	17.0	95.9	16.3	15.3	15.0	45.2	45.8	45.9
9	塩	○	男	8才2月	40	12.0	16.3	93.3	15.2	14.5	13.8	47.5	47.1	48.1
10	内	○	女	8才6月	42	14.1	19.2	95.3	18.3	17.2	16.6	37.8	37.8	38.1
11	牛	○	男	10才	39	14.4	19.6	94.4	18.5	17.7	17.2	41.5	41.5	42.0

表 4 下痢症

番号	氏名	性別	年令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol%)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol%)			炭酸ガス含有量 (Vol%)			
								採血直後	2時間後	4時間後	採血直後	2時間後	4時間後	
1	丸	○	女	4月	38	14.1	19.2	94.3	18.1	17.2	16.8	30.3	31.6	30.7
2	祖	○	男	8月	37	13.9	18.9	90.0	17.0	16.0	15.3	36.1	35.2	35.3
3	石	○	女	1才2月	40	13.6	18.5	93.5	17.3	16.5	16.0	39.2	38.5	38.5
4	上	○	女	1才4月	38	12.8	17.4	92.0	16.0	15.1	14.4	35.3	35.4	35.6
5	山	○	男	1才6月	36	11.7	15.9	90.0	14.3	13.5	12.9	43.5	43.8	42.9
6	池	○	男	2才7月	38	11.8	16.0	89.4	14.3	13.6	13.3	40.3	42.2	40.8

らに酸素含有量の採血後の時間的推移については図2のAに図示した。

即ち、酸素飽和度の平均値とその信頼限界は  $91.5 \pm 3.56$  (95.56~87.94) %で、0~5才の健康小児の値  $92.6 \pm 1.34$  (93.94~91.26) %に比較して推計学的に有意の差は認められなかつた。又酸素消費の平均値及び信頼限界は、2時間後  $5.3 \pm 0.32$  (5.62~4.98) %、4時間後  $8.6 \pm 1.58$  (10.18~7.02) %で、いずれも健康小児の値  $5.5 \pm 0.44$  (5.94~5.06) %、 $8.9 \pm 0.82$  (9.72~8.08) %と比較して有意の差が認められなかつた。

炭酸ガス含有量については健康小児の平均値 46.6 Vol %に対して患児では 37.5 Vol %と著明な低下を示し、Darrow<sup>10</sup>、芹川<sup>11</sup>、青木<sup>12</sup>らの記載と一致した。しかし臍器内保存による変動は健康小児の場合と同

様認められなかつた。

### 3. 貧血症

ヘモグロビン量 11g/dl 未満の貧血のある小児6例(2才5ヶ月~13才7ヶ月)についての測定成績は表5の如くであり、各測定値の平均値及び信頼限界は表8の通りである。さらに酸素含有量の採血後の時間的推移については図2のAに図示した。

即ち、酸素飽和度の平均値とその信頼限界は  $91.8 \pm 3.16$  (94.96~88.64) %で、1才~14才の健康小児の値  $92.8 \pm 1.22$  (94.02~91.58) %に比較して推計学的に有意の差は認められなかつた。又酸素消費の平均値及び信頼限界は、2時間後  $7.5 \pm 1.25$  (8.75~6.25) %、4時間後  $11.8 \pm 2.57$  (14.37~9.23) %で、いずれも健康小児の値  $5.4 \pm 0.28$  (5.68~5.12) %、 $8.7 \pm 0.80$  (9.50~7.90) %に比較して、2時間後、4時間

表 5 貧 血 症

番号	氏名	性別	年令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol %)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol%)			炭酸ガス含有量 (Vol%)		
								採血後	2時間後	4時間後	採血後	2時間後	4時間後
1	里 ○	女	2才5月	34	10.1	13.7	90.5	12.4	11.6	11.2	40.3	40.1	39.6
2	丸 ○	男	3才11月	35	10.4	14.1	92.9	13.1	12.1	11.4	42.8	43.1	42.3
3	川 ○	女	5才7月	36	10.1	13.7	87.6	12.0	11.2	10.6	43.8	43.6	42.7
4	狸 ○	女	7才5月	32	9.8	13.3	93.2	12.4	11.6	11.3	45.9	46.1	46.3
5	赤 ○	男	13才3月	35	9.9	13.5	94.1	12.7	11.5	10.8	41.5	43.0	42.7
6	大 ○	女	13才7月	29	5.0	6.8	92.6	6.3	5.8	5.5	32.3	33.0	32.5

表 6 発 熱 状 態

番号	氏名	性別	年令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol %)	体温 (C°)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol%)			炭酸ガス含有量 (Vol%)		
									採血後	2時間後	4時間後	採血後	2時間後	4時間後
1	宮 ○	男	10月	39	12.8	17.1	36.5	91.2	15.6	14.9	14.1	53.8	53.6	53.1
							38.1	92.4	15.8	15.0	14.3	40.3	39.2	39.3
2	深 ○	女	1才4月	38	12.3	16.7	36.2	92.2	15.4	14.5	13.9	47.3	47.5	46.9
							38.4	94.0	15.7	14.5	13.8	39.4	38.8	38.9
3	丸 ○	男	1才8月	35	10.9	13.5	36.3	91.1	12.3	11.5	11.2	42.3	41.9	41.8
							37.8	91.1	12.3	11.4	11.0	35.3	34.7	36.0
4	大 ○	女	2才7月	40	14.1	19.2	37.2	94.3	18.1	17.0	16.3	48.2	48.7	48.7
							39.8	94.8	18.3	17.1	16.3	42.5	42.6	42.8
5	伊 ○	女	6才9月	38	11.8	16.0	36.7	95.0	15.2	14.6	13.9	52.6	52.7	51.9
							38.7	96.3	15.4	14.3	13.8	41.3	41.0	41.5
6	竹 ○	男	7才11月	43	14.6	19.8	36.5	94.0	18.6	17.8	17.3	45.3	44.8	45.1
							37.5	96.0	19.0	17.8	17.1	43.1	43.0	43.0
7	酒 ○	女	9才3月	42	14.1	19.2	36.3	95.8	18.4	17.2	16.7	47.0	48.1	48.5
							37.9	95.8	18.4	17.1	16.4	39.3	40.2	39.5

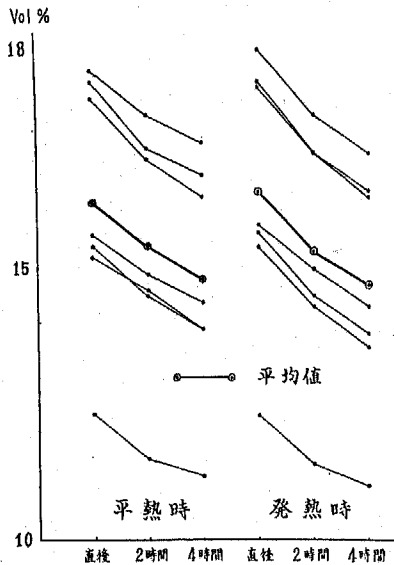
後ともに有意の高値を示した。

炭酸ガス含有量については健康小児の平均値 48.1 Vol% に対して患児では 41.1 Vol% でかなりの低値を示したが、孵卵器内保存による変動は殆んど認められなかった。

4. 発熱状態

脳性小児麻痺患児で発熱療法（百日咳ワクチン使用）を行ったもの3例（表6の1・2・3）及びアンギナ、口内炎等の疾患で高熱のあつたもの4例（表6の4・5・6・7）について、平熱時及び発熱時の2回にわたつて測定した成績を表6に示した。又各測定値の平均値及び信頼限界は表8の通りであり、さらに酸素含有量の採血後の時間的推移については図2のBに図示した。

図2ノB 発熱状態における動脈血酸素含有量の採血後の時間的推移



即ち、酸素飽和度は、平熱時 93.4±1.81 (95.21~91.59)%, 発熱時 94.3±2.79 (97.09~91.51)%で、発熱時は平熱時に比較して有意の増加を示した。又酸素消費は、2時間後では平熱時 5.3±0.96 (6.26~4.34)%, 発熱時 6.7±0.72 (7.42~5.98)%, 4時間後では平熱時 8.7±1.01 (9.71~7.69)%, 発熱時 10.8±1.24 (12.04~9.56)%で、2時間後、4時間後ともに発熱時は平熱時に比較して有意の増加が認められた。

炭酸ガス含有量については、平熱時の平均値 48.1 Vol% に対して発熱時は 40.2 Vol% でかなりの低値を示したが、孵卵器内保存による変動はいずれの場合

にも殆んど見られなかった。

5. 喘息・喘息性気管支炎及び自家中毒症

喘息患児2例、喘息性気管支炎患児3例、自家中毒症患児3例についての測定成績を表7に示した。喘息は発作時、喘息性気管支炎は喘鳴高度の時に測定したが、自家中毒症は初期には動脈採血が困難であつたので嘔吐がおさまってから測定を行った。これら疾患についてはいずれも少数例であるので表示するに止める。

V. 総括並びに考按

赤血球酸素消費の機序については未だ不明な点が多い。元来、人の赤血球のような無核赤血球は他の下等動物に見られる有核赤血球に比し酸素消費は僅少で、約10分の1に過ぎないといわれている<sup>④⑥</sup>。しかし網状赤血球や赤芽球の如き幼若型は成熟型に比しその酸素消費は大であることが知られており、又鉛中毒に見られる好塩基斑点赤血球が更に大きな消費量を持つという報告もある<sup>⑩</sup>。一般に乳幼児では造血中枢の感受性が強く、従つて血液像の変動が起り易く、他の年齢に比し同一刺激に対する反応が大きいといわれ、多染性乃至細網物質を備えた幼若赤血球は年長児よりやや多いという記載がある<sup>⑪</sup>。著者は各年齢健康人における測定で、このような問題の一端を窺うべく主として動脈血酸素飽和度及び採血後の酸素消費について検索したが、いずれも各年齢群間に推計学的には有意の差が認められなかった。動脈血酸素飽和度については Smith<sup>⑫</sup>によれば新生児では成人に較べて低値を示し未熟児では更に低い値を示す（成人 94.7%, 新生児 93.0%, 未熟児 88.0%）ということであり、Lundsgaard<sup>⑬</sup>は動脈血酸素飽和度の平均値を 97.5~96.6% と記載している。又本研究においては触れ得なかつたが、生下時臍帯血の酸素飽和度について Pennoyer<sup>⑭</sup> Girdany<sup>⑮</sup>の報告がある。

次に種々なる病的状態では赤血球の質及び量のみならず、その置かれる環境液即ち血漿において無機イオンをはじめとする各種成分の変動を招来することは明白で、この両者の変化が各種疾患においてガス代謝の差異としてあらわれるであろうことが想像される。この想定のもとに数種疾患々児についての測定を試みたところ、多くは健康小児に比して大差のない結果であつたが、2, 3の興味ある知見が得られた。即ち、貧血症における採血後動脈血酸素消費の増加及び発熱時の動脈血酸素飽和度並びに採血後動脈血酸素消費の増加とである。関<sup>⑯</sup>門川<sup>⑰</sup>らは家兎における瀉血による貧血時に網状赤血球の著明な増加のあることを報告しており、之を先の網状赤血球の酸素消費と考え合せれば

表 7 喘息・喘息性気管支炎・自家中毒症

番号	氏名	性別	年令	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol%)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol%)			炭酸ガス含有量 (Vol%)		
								採血直後	2時間後	4時間後	採血直後	2時間後	4時間後
1	高 ○	男	8才10月	42	15.3	20.8	88.2	18.3	17.4	17.0	55.6	55.7	54.9
2	上 ○	男	14才2月	43	13.3	18.1	90.6	16.4	15.6	15.1	57.7	57.9	58.1
3	田 ○	男	4月	35	10.9	14.8	89.2	13.2	12.5	12.1	58.3	59.1	58.0
4	池 ○	女	10月	35	10.9	14.8	93.9	13.9	13.1	12.6	50.7	50.3	50.6
5	浅 ○	男	3才	39	13.3	18.1	93.9	17.0	16.0	15.7	48.3	47.9	48.5
6	麻 ○	女	2才6月	37	12.8	17.4	90.8	15.8	14.9	14.3	36.7	36.1	35.5
7	都 ○	男	6才11月	44	18.9	25.7	92.6	23.8	22.4	21.9	30.2	30.0	29.8
8	西 ○	男	8才3月	45	17.2	23.8	90.8	21.6	20.8	20.3	33.2	33.8	33.9

1, 2 喘息 3, 4, 5 喘息性気管支炎 6, 7, 8 自家中毒症

表 8 数種疾患々児における測定値の平均値及び信頼限界

疾患名	例数	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素飽和度 (%)		酸素含有量 (Vol%)			2時間の消費 (%)		4時間の消費 (%)		炭酸ガス含有量 (Vol%)		
				平均値	信頼限界	採血直後	2時間後	4時間後	平均値	信頼限界	平均値	信頼限界	採血直後	2時間後	4時間後
急性腎炎	11	39.4	13.0	93.6	±2.81	16.4	15.5	14.9	5.2	±1.20	8.8	±0.49	42.6	42.7	42.8
下痢症	6	37.8	13.0	91.5	±3.56	16.2	15.3	14.8	5.3	±0.32	8.6	±1.58	37.5	37.8	37.3
貧血症	6	35.1	9.1	91.8	±3.16	11.5	10.6	10.1	7.5	±1.25	11.8	±2.57	41.1	41.5	41.0
発熱状態	7	39.3	13.0	93.4	±1.81	16.2	15.4	14.8	5.3	±0.96	8.7	±1.01	48.1	48.2	48.0
				94.3	±2.79	16.4	15.3	14.7	6.7	±0.72	10.8	±1.24	40.2	39.9	40.1

むしろ当然であるかの如くであるが、人体における貧血では勿論更に複雑な因子の存在を想定すべきであると思う。又発熱時の赤血球ガス代謝異常については田坂教授<sup>①</sup>が家兎における実験で酸素消費の増加を報告し、発熱により赤血球が直接的又は間接的に影響を被ることが想像されると結論している。又この実験とは別に赤血球酸素消費は環境温度の変化に伴って著しい差異があるが発熱時に赤血球が生体内において受ける反応は単に環境温度の変化にもとづくものではないであろうと考察している。

炭酸ガス含有量については、体液酸塩基平衡に関聯して幾多の研究がなされており、教室の青木<sup>②⑦⑲</sup>も先に酸塩基平衡に関する研究として発表した。これによれば体液総炭酸量については健康人では多くの研究者が小児は成人に比して低値を示すと述べており、著者の全血炭酸ガス含有量についても同様の傾向を認めた。又各疾患々児については、急性腎炎・下痢症・発熱状態・自家中毒症において低値を示し、喘息・喘息性気管支炎において高値を示すものがあつたが、これらも先の報告には一致している。孵卵器内放置による炭酸ガス含有量の変動は著者の成績では、健康人・患児ともに殆んど認むべきものがなかつたが、宮部<sup>④</sup>

は室温 (15°~22°C) に保存した場合静脈血では採血後 1~1.5 時間で減少するが動脈血では 2 時間以上放置しても減少を認めないと云い、又笹本<sup>⑤</sup>・斎藤<sup>⑥</sup>は血液が空気にふれると炭酸ガスの脱出により含有量が減少すると述べている。青木は流動パラフィン<sup>⑩</sup>を重ねて氷室内においた場合 12 時間後わずかに減少するが、推計学的には有意の差がないと報告した。

V. 結 論

血液のガス代謝に関して動脈血酸素飽和度及びこれをヘパリン加血液として 37°C に保存した際の全血酸素含有量の時間的推移を各年令健康人及び数種疾患々児について測定し、推計学的検討を加えて考察した。

各年令健康人 35 例では

1) 酸素飽和度は 1 才未満 92.2 ± 1.85 (94.05 ~ 90.35) %, 1 才 ~ 5 才 93.1 ± 2.07 (95.17 ~ 91.03) %, 6 才 ~ 10 才 92.3 ± 2.73 (95.03 ~ 89.57) %, 11 才 ~ 14 才 92.9 ± 3.03 (95.93 ~ 89.87) %, 15 才以上 94.2 ± 1.37 (95.57 ~ 92.83) % で、各年令群間に有意の差を認めなかつた。

2) 酸素含有量の採血後の時間的推移

採血後時間の推移による酸素の消費を採血直後の値に対する百分比で示せば

① 2時間後には1才未満 $5.3 \pm 0.99$  (6.29~4.31) %, 1才~5才 $5.6 \pm 0.57$  (6.17~5.03) %, 6才~10才 $5.4 \pm 0.74$  (6.14~4.66) %, 11才~14才 $5.3 \pm 0.56$  (5.86~4.74) %, 15才以上 $5.0 \pm 1.05$  (6.05~3.95) %で, 各年齢群間に有意の差を認めなかつた。

② 4時間後には1才未満 $9.0 \pm 1.95$  (10.95~7.05) %, 1才~5才 $8.8 \pm 1.28$  (10.08~7.52) %, 6才~10才 $8.7 \pm 1.93$  (10.63~6.77) %, 11才~14才 $8.6 \pm 1.59$  (10.19~7.01) %, 15才以上 $7.9 \pm 1.07$  (8.97~6.83) %で, 各年齢群間に有意の差を認めなかつた。

数種疾患々児については

1) 酸素飽和度: 急性腎炎11例では $93.6 \pm 2.81$  (96.41~90.79) %, 下痢症6例では $91.5 \pm 3.56$  (95.06~87.94) %, 貧血症6例では $91.8 \pm 3.16$  (94.96~88.64) %, でいずれも同年令の健康小児の値に比較して有意の差を認めなかつた。発熱疾患及び発熱療法時においては, 平熱時 $93.4 \pm 1.81$  (95.21~91.59) %, 発熱時 $94.3 \pm 2.79$  (97.09~91.51) %で, 発熱時には平熱時に比し有意の増加を示すことを認めた。

2) 酸素含有量の採血後の時間的推移

2時間後, 4時間後の酸素消費は, 急性腎炎では $5.2 \pm 1.20$  (6.40~4.00) %, 8.8 $\pm 0.49$  (9.29~8.31) %, 下痢症では $5.3 \pm 0.32$  (5.63~4.98) %, 8.6 $\pm 1.58$  (10.18~7.02) %, 貧血症では $7.5 \pm 1.25$  (8.75~6.25) %, 11.8 $\pm 2.57$  (14.35~9.23) %で, 同年令の健康小児の値に比較して急性腎炎及び下痢症では有意の差がなかつたが, 貧血症における酸素消費は2時間後, 4時間後ともに健康小児の値に比較して有意の上昇を示した。発熱疾患及び発熱療法時における酸素消費は, 平熱時には2時間後 $5.3 \pm 0.96$  (6.26~4.34) %, 4時間後 $8.7 \pm 1.01$  (9.71~7.69) %であつたのに対し, 発熱時には2時間後 $6.7 \pm 0.72$  (7.42~5.98) %, 4時間後 $10.8 \pm 1.24$  (12.06~9.56) %で, 発熱時には平熱時に比し2時間後4時間後ともに有意の上昇を示した。

その他2・3の疾患について測定を行つた成績を表示した。

(終りに臨み終始御懇篤なる御指導並びに御校閲を賜つた山田教授に深謝する。)

尚本稿の要旨は第9回東日本小児科学会(昭和33年10月)において発表した。

## 文 献

- ①田坂定孝他: 医学と生物学, 41: 119, 1956.  
 ②田坂定孝他: 医学と生物学, 47: 11, 1958.  
 ③川口英二他: 日本血液学会雑誌, 20: 369, 1957.  
 ④伊藤哲夫: 福岡医学雑誌, 43: 454, 1952.  
 ⑤伊藤信男: 医学研究, 27: 2382, 1957. ⑥伊藤信男: 日本生理学会雑誌, 19: 796, 昭32. ⑦佐座寛: 医学研究, 27: 2388, 昭32. ⑧小出五郎: 日本小児科学会雑誌, 62: 789, 1958. ⑨佃田昭一: 日本小児科学会雑誌, 61: 331, 1957. ⑩森巽: 日本外科科学会雑誌, 34: 1240, 昭8. ⑪Pennoyer, M. M. et al.: J. Pediatrics, 50: 44, 1957. ⑫Lilienthal, J. L. et al.: J. Clin. Invest., 23: 904, 1944. ⑬銀石昇太郎: 日本小児科学会雑誌, 59: 74, 1955. ⑭蔵石典明: 日本小児科学会雑誌, 61: 760, 1957. ⑮Darrow, D. C. et al.: Pediatrics, 3: 1, 1949. ⑯芹川直臣: 日本小児科学会雑誌, 59: 1000, 1955. ⑰青木美典: 日本小児科学会雑誌, 62: 831, 1958. ⑱佐野清洋: 日本血液学会雑誌, 20: (補) 371, 昭32. ⑲中川一郎他: 小児生理学, p180, 朝倉書店, 昭33. ⑳Smith, C. A. et al.: Am. J. Dis. Children, 64: 843, 1942. ㉑Lundsgaard, C. & Moller, E.: J. Exper. Med., 36: 559, 1922. ㉒Pennoyer, M. M. et al.: J. Pediatrics, 49: 685, 1956. ㉓Girdany, B. R. et al.: Am. J. Dis. Children, 80: 511, 1950. ㉔関信一: 日本内科学会雑誌, 41: 62, 昭27. ㉕門川貞弘: 東京医科大学雑誌, 15: 1317, 昭32. ㉖青木美典: 日本小児科学会雑誌, 62: 824, 昭33. ㉗青木美典: 日本小児科学会雑誌, 62: 1231, 昭33. ㉘宮部雅之: 日本婦人科学会雑誌, 34: 1, 昭14. ㉙笹本浩他: 臨床医学講座II B, 医歯薬出版, 昭29. ㉚齊藤幸一郎他: 日新医学, 42: 167, 昭30.